



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11234216 A

(43) Date of publication of application: 27.08.99

(51) Int. Cl

 H04B 10/17  
 H04B 10/16  
 H01S 3/10  
 H04J 14/00  
 H04J 14/02  
 H04B 10/08

(21) Application number: 10032869

(22) Date of filing: 16.02.98

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: SAKAI KAZUTAKA  
 SHIBAZAKI MASATOSHI  
 KOSAKA JUNYA  
 SEKINE KENRO  
 SUZUKI TAKAYUKI  
 IMADA RITSUO  
 MORI TAKASHI  
 NAKANO HIROYUKI

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM, END TERMINAL AND OPTICAL REPEATER

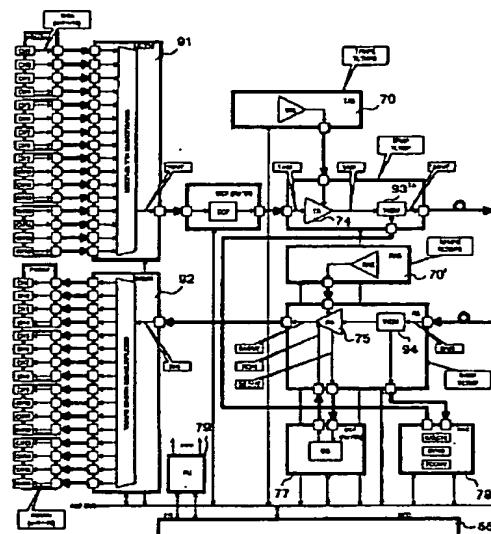
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical transmission system, an end terminal and an optical repeater with which the improvement in the reliability of an entire system can be attained by enabling optimum control to the transmission level of the optical signal of each wavelength among wavelength multiplexing optical signals.

**SOLUTION:** A wavelength multiplexer 91, to which a lot of optical signals having different wavelengths are inputted, multiplexes the inputted optical signals and transmits the wavelength multiplexed optical signal through a transmission characteristic compensator, transmission light amplifier 74 to which excited light is applied from an excited light source 70, and synthesizing/branching filter 93. A supervisory and controlling device 56 detects the level of the optical signal inputted to the wavelength multiplexer 91, counts the number of optical signals higher than a prescribed level and controls the excited light power of the excited light source 70 based on this counted result. Thus, even when the number of wavelengths to be multiplexed is fluctuated, optimum control is enabled to

the transmission level of the optical signal having each wavelength among the wavelength multiplexing optical signals outputted from the transmission light amplifier 74.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int. C1. 6

識別記号

H 0 4 B 10/17  
10/16  
H 0 1 S 3/10  
H 0 4 J 14/00  
14/02

F 1

H 0 4 B 9/00 J  
H 0 1 S 3/10 Z  
H 0 4 B 9/00 E  
K

審査請求 未請求 請求項の数 9

O L

(全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-32869

(22) 出願日 平成10年(1998)2月16日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 坂井 和隆

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 芝崎 雅俊

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 小坂 淳也

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所情報通信事業部内

(74) 代理人 弁理士 武 顯次郎

最終頁に続く

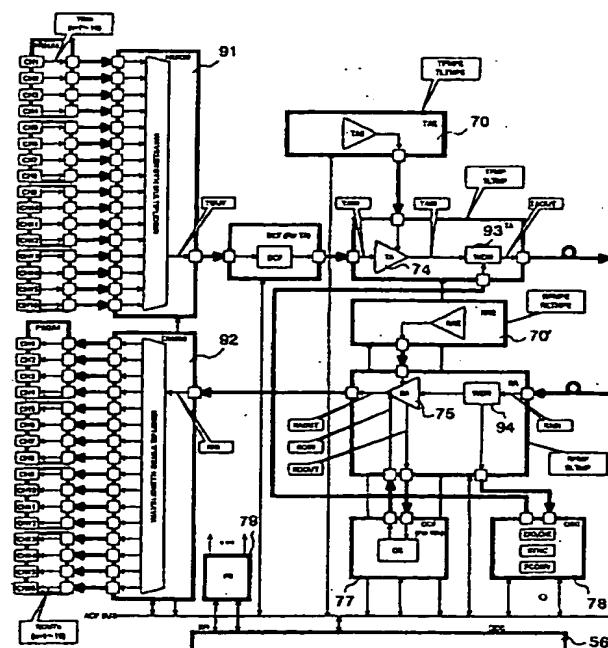
(54) 【発明の名称】光伝送システム、エンドターミナル及び光中継器

(57) 【要約】

【課題】 波長多重される光信号の個々の波長の光信号の伝送レベルを最適に制御することができ、システム全体の信頼性の向上を図ることができる光伝送システム、エンドターミナル及び光中継器。

【解決手段】 波長の異なる多数の光信号が入力される波長多重器 91 は、入力された光信号を多重し、伝送特性補償器 73、励起光源 70 からの励起光が与えられている送信光増幅器 74、合分波器 93 を介して光ファイバに波長多重光信号を送信する。監視制御装置 56 は、波長多重器 91 に入力される光信号のレベルを検出し、所定のレベル以上の光信号の数を計数し、この計数結果に基づいて励起光源 70 の励起光のパワーを制御する。これにより、多重される波長数が変動しても、送信光増幅器 74 から出力される波長多重される光信号の個々の波長の光信号の伝送レベルを最適に制御することができる。

【図 18】



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システムにおいて、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数により、光増幅器に対する励起光のパワーを制御することを特徴とする光伝送システム。

【請求項2】 波長多重分離装置を備えるエンドターミナル相互間を、光中継器がその途中に挿入された光ファイバにより接続して波長多重光信号の伝送を行う光伝送システムにおいて、前記エンドターミナル及び光中継器のそれぞれには監視制御部が設けられ、前記エンドターミナルに設けられる監視制御部は、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数を計数し、この計数結果により自エンドターミナル内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することを特徴とする光伝送システム。

【請求項3】 前記計数された波長数の情報は、監視光に乗せられて下流側に送信され、下流側の前記光中継器に設けられる監視制御部は、受信した波長数の情報により自光中継器内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することを特徴とする請求項2記載の光伝送システム。

【請求項4】 前記光増幅器は、印加される励起光のパワーが制御されることにより、光増幅器から出力する波長多重光信号の各波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御されることを特徴とする請求項2または3記載の光伝送システム。

【請求項5】 光多重信号を用いた光伝送システムを使用する波長多重分離装置及び光増幅器を備えたエンドターミナルにおいて、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数により、光増幅器に対する励起光のパワーを制御することを特徴とするエンドターミナル。

【請求項6】 前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数は、エンドターミナル内に備えられる監視制御部により計数され、該監視制御部は、励起光のパワーを制御することにより、光増幅器から出力される波長多重光信号の各波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御することを特徴とする請求項5記載のエンドターミナル。

【請求項7】 前記計数された波長数の情報を、監視光に乗せて下流側に送信することを特徴とする請求項6記載のエンドターミナル。

【請求項8】 光増幅器を備え光多重信号を用いた光伝送システムに使用される光増幅器を備えた光中継器において、上流側から送信されてくる波長数の情報により自光中継器内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することを特徴とする光中継器。

【請求項9】 前記上流側から送信されてくる波長数の情報は、自光中継器内に備えられる監視制御部により受信され、該監視制御部は、励起光のパワーを制御することにより、光増幅器から出力される波長多重光信号の各

波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御することを特徴とする請求項8記載の光中継器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光伝送システム、エンドターミナル及び光中継器に係り、特に、波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システム、該光伝送システムに使用して好適なエンドターミナル及び光中継器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来技術による光伝送システムは、光中継器が途中に挿入された1本の光ファイバ内に波長多重された主信号としての光信号を伝送し、かつ、システムを構成する各装置間で監視情報等の監視信号を伝送する監視光を主信号に多重して伝送するように構成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前述した従来技術による光伝送システムは、システムを構成する主要な要素機器である光増幅器の制御に対する配慮が充分でなく、波長多重された光信号の各波長の光信号のパワーを最適に制御することができないものであった。すなわち、一般に、光増幅器は、光信号の波長多重数にかかわらず、全光信号の出力パワーが所定の大きさとなるように制御されるのが一般的であった。

【0004】 このため、従来技術による光伝送システムは、使用可能な光信号の波長のうち全てが使用されない場合に、個々の波長を持つ光信号の伝送レベルを最適にすることが困難であり、この結果、伝送信号に波形歪みを発生させる等、システムの信頼性の向上が困難であるという問題点を有していた。

【0005】 本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決し、波長多重される光信号の個々の波長の光信号の伝送レベルを最適に制御することを可能にし、システム全体の信頼性の向上を図ることができる光伝送システム、該光伝送システムに使用して好適なエンドターミナル及び光中継器を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば前記目的は、波長多重分離装置を備えるエンドターミナル相互間を、光中継器がその途中に挿入された光ファイバにより接続して波長多重光信号の伝送を行う光伝送システムにおいて、前記エンドターミナル及び光中継器のそれぞれには監視制御部が設けられ、前記エンドターミナルに設けられる監視制御部が、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数を計数し、この計数結果により自エンドターミナル内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することにより達成される。

【0007】 また、前記目的は、前記計数された波長数

の情報を、監視光に乗せて下流側に送信し、下流側の前記光中継器に設けられる監視制御部が、受信した波長数の情報により自光中継器内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することにより、また、前記光増幅器が、印加される励起光のパワーが制御されることにより、光増幅器から出力する波長多重光信号の各波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御されることにより達成される。

【0008】また、前記目的は、光多重信号を用いた光伝送システムに使用する波長多重分離装置及び光増幅器を備えたエンドターミナルにおいて、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数により、光増幅器に対する励起光のパワーを制御することにより達成される。

【0009】また、前記目的は、前記波長多重分離装置に入力される光信号の波長数を、エンドターミナル内に備えられる監視制御部により計数し、該監視制御部が、励起光のパワーを制御することにより、光増幅器から出力される波長多重光信号の各波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御することにより、また、前記計数された波長数の情報を、監視光に乗せて下流側に送信することにより達成される。

【0010】さらに、前記目的は、光増幅器を備え光多重信号を用いた光伝送システムに使用される光増幅器を備えた光中継器において、上流側から送信されてくる波長数の情報により自光中継器内の光増幅器に対する励起光のパワーを制御することにより、また、前記上流側から送信されてくる波長数の情報を、自光中継器内に備えられる監視制御部により受信し、該監視制御部が、励起光のパワーを制御することにより、光増幅器から出力される波長多重光信号の各波長の光信号のそれぞれが予め定められた所定のパワーとなるように制御することにより達成される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を説明する前に、まず、波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システム及びその監視方法の基本的な概念を説明する。

【0012】図1は波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システムの各種の構成を示す図、図2～図6は監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンドターミナルに送信する監視方法を説明する図である。図1～図6において、ETはエンドターミナル、LAは光中継器、21、24は波長多重分離装置(DWDM)、22、23、25、26は光中継器(LA)、27はOSC機能部である。

【0013】光伝送システムは、光信号の多重度、光ファイバ内での光信号の伝送方向の取扱い等によって幾つかの形式のシステムがある。

【0014】図1(a)に示すシステムは、上り下りそれぞれ4波長の光信号を1本の光ファイバ内を伝送する

ものである。そして、このシステムは、図示しない複数の端局装置からの波長 $\lambda 1 \sim \lambda 4$  ( $\lambda 1' \sim \lambda 4'$ ) の送信光信号を多重化し、中継光ファイバからの波長 $\lambda 1' \sim \lambda 4'$  ( $\lambda 1 \sim \lambda 4$ ) の受信光信号を分離して端局装置へ送信する波長多重分離装置(DWDM)を備えたエンドターミナル(ET)と、2つのET相互間を接続する光ファイバと、光ファイバの途中に挿入された1または複数の双方向光中継器(LA)とにより構成される。一般に、1つの波長の光信号は、10 Gbit/sの信号を伝送することができるので、図1(a)に示すシステムは、最大40 Gbit/sの信号を双方向に伝送することができる。

【0015】図1(b)に示すシステムは、上り下りそれぞれ8波長の光信号を1本の光ファイバ内を伝送するものである。このシステムは、使用する光信号として波長 $\lambda 1 \sim \lambda 8$ 、 $\lambda 1' \sim \lambda 8'$ を使用する点以外、図1(a)に示すシステムと同一に構成される。そして、このシステムは、最大80 Gbit/sの信号を双方向に伝送することができる。

【0016】図1(c)に示すシステムは、信号伝送方向毎に専用の光ファイバを使用し、上り下り共に16波長の光信号を使用し、これに伴って、光ファイバの途中に挿入されるLAを単方向のものとして構成したものである。この例のシステムは、16波長の光信号を使用しているため最大160 Gbit/sの信号を双方向に伝送することができる。

【0017】次に、監視光(OSC:Optical Service Channel)を用いて故障箇所情報を含む故障情報をエンドターミナル内のWDMに転送する方法を図2～図6により説明する。

【0018】図2において、通常OSCは、主信号とは異なる波長を持つ監視情報の伝送等に使用する光信号であり、主信号と共に波長多重されて伝送される。そして、中継用光ファイバの途中に挿入されている各LA22、23には、装置を識別するためのIDが定義される。簡単には番号のみで定義される。図2において、いま、DWDM21とLA22との間の光ファイバ断の障害が発生したとする。すると、ID=2のLA22は、入力伝送路の断(光信号なし:LOS)を検出する。このLA22は、当然光信号を送信することができなくなるので、出力レベルを敢えて断とする(Shutdown)制御を行う。LA23も同様にLOSを検出してShutdown制御を行う。これにより、DWDM24においてもLOSを検出することができる。

【0019】LA22は、同時に、OSC上に定義された、公知のWDM-AIS情報をAIS状態とすると共に、ID情報として、ID=2を付加して下流に転送する。すなわち、この例は、入力の伝送路が断となった状態において、OSC入力が当然同時に断となるが、出力のOSCは伝送可能であることを利用している。最終的

に前述の情報は、下流のDWDM24まで伝達され、下流のWDM24において、伝送路が故障となった箇所を特定することができる。

【0020】図3に示す例は、図2の例に加えて、さらに故障情報を反対方向にWDM-AIS情報として伝達することにより、反対方向にある上流側のDWDM21に故障を通知するものである。これにより上流側のDWDM21は、自分の出力した信号が対向側に伝送できないことを検出することができ、また、故障箇所を検出ことが可能となる。通常、伝送信号は、双方向の伝送が成立して正常であり、片方のみが正常であることは意味がないため、これを用いて信号の閉塞等の各種応用動作が可能となる。この例は、特に、図1(c)に示したような、上り下りのファイバが別々に設けられるUni-directionalの場合に有効である。

【0021】図3において、WDM-AIS、及び、故障情報(ID情報)を受信した下流側のDWDM24は、反対方向に向かうOSCを使用して、WDM-RDI(RDI:Remote Defect Indication)と、故障位置情報を転送する。これにより対向側のDWDM21は、自分の送信側に異常が発生したこと、及び、その故障位置を検出することが可能となる。

【0022】図4は光伝送システムを構成する装置であるLA22におけるOSC機能部27について説明する図である。OSCは、通常、低速の光信号であり、DWDMとはこの低速の光信号により接続される。そして、前述したように、OSCは、光伝送システムの監視として非常に重要であり、OSCそのものが故障すると、監視系の誤動作を引き起こす可能性がある。例えば、図2、図3により説明した例は、主信号との波長多重されている光ファイバ部分(図4のA点)での故障が発生した場合のものであった。しかし、OSC信号のみが断となる場合、例えば、OSC機能部27の故障、あるいは、図4のB点における断を考慮する必要がある。

【0023】図5は図4のB点が断となった場合の動作を示すものである。B点が断となった場合、このB点での断はOSC機能部27により検出される。OSC機能部27は、OSC上に定義されたWDM-AISとは別に、OSC-AIS情報、及び、故障位置情報を下流に転送する。これらの情報は下流に伝達され、最終的にDWDM24により検知され、このDWDM24は、OSC信号が対向のDWDM21との間で断となったこと、及び、その故障箇所を特定することができる。また、この動作には、WDM-AISの場合と同様に反対方向へのOSC-RDIが定義されている。用途は公知のWDM-RDIと同様である。

【0024】次に、図6を参照してWDM-AISと前述のOSC-AISとによる故障情報の伝送の総合動作を説明する。

【0025】図6において、いま、光ファイバによる伝

送路のA点でファイバ断の故障が生じたとする。光信号無し(LOS)によりこの故障を検出したLA22は、同時にOSC断を検出するため、WDM-AIS、OSC-AISの同時転送を行う。これらは、最終的に下流のWDM24により検出されて総合判断される。すなわち、同一の箇所で、WDM-AIS、OSC-AISを検出した場合、OSC関連部のみの故障であると判断可能である。

【0026】前述で光伝送システムにおいて、監視光10(OSC)を多重してシステム全体の監視を行う概要を説明した。通常、光伝送システムは、複数のシステムが並列して設置されることが多い(並列数:N)。その場合、OSCは全て同一の経路を辿るため複数設ける必要はない。しかし、複数並列システムであることを利用してOSCの数を低減することができる。また、伝送路の故障により1つのOSCが断となった場合に、他のOSCのルートを利用して監視ネットワークを保護することが可能となる。

【0027】図7は1つのシステムの場合の光伝送システムの構成例の概要を示すブロック図、図8は2つのシステムを並列に設けた並列光伝送システムの構成例の概要を示すブロック図、図9はOSCの機能分割の方法を説明する図であり、以下これらについて説明する。図7～図9において、21'、24'はDWDM、22'、23'、25'、26'はLA、28～33、40～46はOSC機能部、34～39はセレクタ(SEL)であり、他の符号は図2～図6の場合と同一である。

【0028】図7に示す例は、光伝送システムとして1システムのみ設けられているので、この場合、OSCも1系統のみ設置され、このOSCの系統に対する保護は行われていない。そして、OSC機能部28～33が、光伝送システムを構成する各DWDM、LAの入出力側に設けられ、OSCは、DWDM、LA相互間、LA、LA相互間の各Spanに伝送される。OSC機能部28～33の主要な機能は、DCC(Data Communication Channel)と呼ばれる、データ通信ラインを提供すること(各装置間の監視情報の転送等に用いる)と、OW(Order Wire)と呼ばれる打ち合わせ用の電話回線を提供すること等である。

【0029】図8に示すような2システムによる並列システムの場合、主信号は2つの独立したシステムであるが、OSCについては、OSC Working Line及びバックアップ用としてのOSCであるOSC Protection Lineという名称で定義される。そして、OSCの切替機能のために、各装置にはセレクタ機能が設けられている。図8に示す例は、最も一般的なセレクタ機能を示しており、それぞれのセレクタ回路をSpan番号により、SEL1～Ea等として示している。

【0030】図7、図8では、OSCを各Span毎に伝送するように分割しているが、OSC部の機能分割の方

法は、図9 (a) ~図9 (d) に示すように、各種のパッケージの分割が考えられる。そして、その分割の方法に対応して図8に示したセレクタ回路の制御方法として最適なものが決定される。これは、パッケージという単位が故障時の交換単位であることに対応するためである。

【0031】OSC機能の分割について説明する図9において、図9 (a) に示す例は、West/Eastで分割する形式、図9 (b) に示す例は、West to East/East to Westという方向で分割する形式、図9 (c) に示す例は、全て個別にする形式、図9 (d) に示す例は、全てを1つの交換単位とした形式である。これらは、OSC部の回路規模等の条件、あるいは、パッケージを抜去した際の動作条件等から決定される。

【0032】図9に示した構成に対応して、図8に示した各装置の個々のセレクタ動作方法が決定される。これを切替モードと呼び、図9 (a) の構成に適したSpan別双方切替モード、図9 (b) の構成に適したAll Span片方向切替モード、図9 (c) の構成に適したSpan別片方向切替モード、図9 (d) の構成に適したAll Span双方向切替モードがある。

【0033】例えば、図9 (a) に示したOSCがWest/East別に構成されている場合に適したSpan別双方切替モードは、各Spanにおける切替をそれぞれ独立とするものである。但し、各Spanにおいて、対向するOSCのセレクタと同時にWorking/Protectionを切替える様に動作する。この場合、対向する装置は、伝送路のいずれかが故障を検出した場合にSpanを介して対向する側に連絡して切替えを行う必要があり、そのための通信チャネルをOSC上に定義する。

【0034】この定義としては、例えば、故障レベルとして、

SF : Signal Failure (信号断: 伝送路断、あるいはフレーム同期外れ)

SD : Signal Degrade (信号劣化: 誤り率劣化) の2つを定義する。そして、Spanを介して対向する装置は、自分の検出した警報 (SF, SD, Working/Protection別) を対向側に常時通知する。各装置は、対向側の警報と、自分の検出している警報との両者の比較により選択系を判断してWorking/Protectionを切替える。そして、前述の対向側への通知は、OSC-SF, OSC-SDが検出された場合、Spanの対向側へ、OSC-SF-RDI, OSC-SD-RDIを返送することにより行われる。

【0035】前述では、Span別切替の場合を説明したが、All Span切替の場合、Span別のこうした情報の授受は不要となる。その代わり、全Span共通にOSC-SF, SD等を定義し、WDM対向で使用する。例えば、All Span双方向切替モードの場合、前述と同様の判定方法によりDWDMが選択系を判断し、選択情報を

LAに転送することによって全ての装置の同時切替を実行することになる。

【0036】前述したOSCは、そのフレーム構成として、SONET OC-N、例えば、SONET OC-3 (155.52Mb/s) を適用することができる。

【0037】この場合のメリットとして、

(1) OSCにより通信する情報としては、DCC (Data Communication Channel)、OW(Order Wire)等があるが、SONETフレームを採用することによ

10 り、SONETにより開発されたLSIあるいはオーバヘッド処理回路構成等をそのまま使用することができる。

(2) 回路構成の流用を図ることができ、監視系構成等もほぼ同様の構成を流用することができる。

(3) 150Mb/sという将来に渡っても十分な通信容量を確保したため機能拡張などが容易である。

(4) OSCの監視光ネットワークをSONET装置を含めて拡大する際に、特にSONET側装置に、OC-3 Cardを容易に収容することができ、整合性を確保する

20 ことが可能となる。

等を得ることができる。

【0038】通常、SONET装置間は、DCCを用いた監視ネットワークを採用しているが、DWDMのネットワークをそれに統合する場合、DWDMとSONET装置の間にOSCを波長多重形式で接続する。その場合、SONET側には、これまでと同様に(波長のみが異なる) OC-3 Cardを搭載することができる、そのDCCを用いて接続することができる。

【0039】前述までで、波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システム及びその監視方法の基本的な概念を説明したので、次に、本発明の実施形態による光伝送システム及びその監視方法を説明する。

【0040】図10は本発明の第1の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。図10において、50、51は端局装置 (LTE)、52、53はエンドターミナル (ET)、54、55は双方向光中継器 (LA)、56~59は監視制御部、60、61は双方向光増幅器、62、63は波長多重分離装置 (DWDM) である。

【0041】図10に示す本発明の第1の実施形態による光伝送システムは、最小構成のシステムであり、複数のLTE 50、51からの複数の波長の送信光信号を波長多重化し、中継用光ファイバからの受信光信号を分離してLTE 51、50へ送信するDWDM 62、63及び双方向光増幅器 60、61を備えたET 52、53と、2つのET 52、53相互間を接続する光ファイバと、光ファイバの途中に挿入された1または複数のLA 54、55とにより構成される。この構成は、図1 (a)、図1 (b) により説明した構成と同一である。

【0042】そして、図10のシステムにおいて、ET 52、53及びLA 54、55には、監視制御部56、59、57、58が設けられている。これらの監視制御部56～59は、図5～図9により説明したOSC機能部と同等の機能を有するものである。但し、図10に示す例は、主信号が双方向に伝送されるので、監視制御部相互間で送受信されるOSCも、異なる波長の光信号を使用して双方向に伝送される。

【0043】図10において、複数のLTE 50のそれぞれからの異なる波長を持つ光信号は、ET 52内のDWDM 62により波長多重された後、双方向光増幅器60により所定の出力レベルに増幅された後、中継用光ファイバに送出される。中継用光ファイバ内に伝送される波長多重された光信号は、途中に挿入されているLA 54、55によりファイバ内の減衰が補償されてET 53に受信される。ET 53で受信された光信号は、ET 53内の双方向光増幅器61により所定のレベルに増幅された後、DWDM 63により波長分離され、複数のLTEに送出される同様に、複数のLTE 51からの光信号は、前述と逆の経路を同一の光ファイバを通じて複数のLTE 50に伝送される。前述において、各方向への伝送に使用する光の波長は、異なったものが使用される。

【0044】各監視制御部56～59は、システム内における機器の故障、ファイバ断障害等を監視するものであり、システムを構成する装置相互間で監視用光信号であるOSCを送受信している。そして、各監視制御部56～59は、受信したOSC内の信号を一旦電気信号に変換して各種のインターフェースをとると共に、送信すべき信号をOSCに乗せて隣接側の装置に送信する機能を有している。

【0045】各監視制御部56～59には、共通のインターフェースとして、その装置が置かれるフロアに警報を出力するハウスキーピング機能HK(House Keeping)、保守者用のアナログの電話回線であるOW(Order Wire)、他の装置との間でのデジタル信号による連絡用のSC(Service Channel)、パソコン等に対してシステムの状況を出力するCI(Craft Interface)が設けられる。また、ET 52に設けられる監視制御部56には、システム全体の監視するオペレータのためのインターフェースTL 1が設けられる。

【0046】図10の例では、OSCが通るラインを主信号が通る光ファイバとは別に描いているが、実際には、OSCも、主信号が通る光ファイバ内に波長多重される。そして、各監視制御装置が置かれる装置において、監視用のOSCが主信号から分離されあるいは多重される。また、図1に示すシステムは、端局装置として、最大16(8×2)台を設けることができる。

【0047】図11は本発明の第2の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。図11に

おいて、52'、53'はET、54'、55'はLA、59'は監視制御装置、64は再生中継装置(LRE)、65は拡張用監視信号線(EOB)であり、他の符号は、図10の場合と同一である。

【0048】図10に示したシステムは、主信号としての光信号を電気信号に変換することなく広帯域の光増幅器を使用して中継しており、2台のLAにより3スパンの光ファイバによる伝送路を構成した場合にも、実際の伝送距離を、270Km以上とすることができるものであった。

【0049】図11に示す本発明の第2の実施形態は、伝送距離をより大きくすることができるもので、図10により説明したシステムをLRE 64を介して2システム直列に接続して構成したものである。この構成により570Kmまでの伝送を行うことが可能となる。2つのシステムを接続するLRE 64は、波長多重された全光信号を一旦電気信号に復調し、電気信号の状態で信号劣化等の補償を行った後、光信号に乗せる機能を有する。

【0050】前述した図11に示す構成において、ET 53、53'とLRE 64とは、同一局舎内の同一の場所に設置される。そして、図11に示す実施形態は、この実施形態によるシステム全体を1システムとして管理する必要があり、ET 53、53'の監視制御装置59、59'相互間には、OSCのみを伝送する光ファイバによる拡張用開始信号線EOB 65が設けられている。従って、この実施形態においても、このEOB 65を介して、図11に示すシステムを構成する全ての装置に対する監視を行うことができる。

【0051】図12は本発明の第3の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。この本発明の第3の実施形態は、図10に示すシステムを4系統並列に設置して構成したものである。従って、No.1～No.4として示す各システムとも図10の場合と全く同一に構成されているので、それぞれのシステムを構成する各装置には、図10の場合と同一の符号を付けて示している。

【0052】そして、この本発明の第3の実施形態において特徴的な構成は、No.1システムにおける監視制御装置56～59及びこれらの間に送受信されるOSCを現用系として使用し、No.2システムにおける監視制御装置56～59及びこれらの間に送受信されるOSCを予備として使用し、この2系統により4システム全体を監視するようにしている点である。このため、No.1、No.2のシステムにおけるET 52、53に設けられている監視制御装置56、57相互間には、I OB (Intra site OSC BUS)と呼ぶ光ファイバが設けられ、また、各システムを構成する装置のそれぞれの監視制御装置56～5.9は、それぞれの相互間にISB (Intra site BUS)と呼ぶ電気的な接続路が設けられている。

【0053】前述のように構成されるシステムにおいて、No. 1 システムに設けられる現用系の監視制御系が正常に動作している場合、No. 2～No. 4 システムに設けられる監視制御装置 56～59 は、自システムにおける障害等の監視結果を I S B を介して現用系の対応装置に電気信号により報告し、それらの監視情報の主信号方向の伝送は、現用系の監視制御系によって行われる。また、No. 1 システムに設けられる現用系の監視制御系が障害等により使用不能となった場合には、No. 2 システムに設けられる予備系の監視制御系が、現用系に代わって監視動作を続ける。なお、現用系及び予備系に使用される O S C の波長は同一のものである。

【0054】前述した本発明の第3の実施形態は、監視制御系として現用、予備の2系統を持つことになるので、システム全体の信頼性を向上させることができ、また、各システムに監視制御系を完全な形で用意する必要がないので、コストの低減を図ることができる。

【0055】前述した本発明の第3の実施形態は、4つのシステムを並列にして構成して信号の全伝送容量を増大したものであるが、この実施形態は、2つあるいは3つのシステムを並列にした構成としてもよく、さらに多数のシステムを並列に構成してもよい。

【0056】図13は本発明の第4の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。この本発明の第4の実施形態は、図11に示すシステムを4系統並列に設置して構成したものである。従って、No. 1～No. 4 として示す各システムとも図11の場合と全く同一に構成されているので、それぞれのシステムを構成する各装置には、図11の場合と同一の符号を付けて示している。

【0057】図13に示す本発明の第4の実施形態は、図11により説明した実施形態と同様に、伝送距離をより大きくすることができるもので、図10により説明したシステムを L R E 64 を介して 2 システム直列に接続して構成したシステムを 4 システム使用している。この構成により 570 Kmまでの伝送を行うことが可能となる。そして、No. 1、No. 2 システムに設けられる現用系及び予備系の 2 つの監視制御系における監視制御装置 59、59' 相互間のみが E O B 65 により接続されて構成されている。

【0058】前述したような構成による本発明の第4の実施形態は、図11及び図12により説明した 2 つの実施形態の効果を合わせ持つことになる。また、この実施形態は、図12により説明したと同様に、2つあるいは3つのシステムを並列にした構成としてもよく、さらに多数のシステムを並列に構成してもよい。

【0059】次に、前述のように構成される本発明の実施形態によるシステムにおける、E T 及び L A の各種の構成例について説明する。

【0060】図14は E T の構成例を示すブロック図で

ある。この E T の構成例は、上下方向にそれぞれ 4 チャネル、すなわち、8 つの波長の光信号を扱う E T の構成である。図14において、71 は波長多重器、72 は波長分離器、73、77 は伝送特性補償器、74 は送信光増幅器、75 は受信光増幅器、76 は合分波器、78 は O S C 送受信器、79 は電源装置である。なお、図において、太線で囲まれた部分は、それぞれ実際の装置内で 1 つのパッケージとして構成される部分であり、以後に説明する他の例においても同様である。

10 【0061】波長多重器 71 は、CH1～CH4 として示す入力端を介して 4 台の L T E から送信されてくる異なる波長の光信号を多重して伝送特性補償器 73 に出力する。この波長多重器 71 は、入力される各波長の光信号のパワーがバランスするように調整する機能をも備えている。伝送特性補償器 73 は、中継用光ファイバの伝送特性を補償する D C F (Dispersion Compensation Fiber) と呼ばれる光ファイバにより構成され。このファイバは、中継用光ファイバの伝送特性とは逆特性を持つファイバである。

20 【0062】伝送特性補償器 73 から出力された光信号は、送信光増幅器 74 により所定のレベルに増幅された後、合分波器 76 を介して中継用光ファイバに出力され、後段の L A に送信される。合分波器 76 は、送信光増幅器 74 からの送信光信号と、監視光とを合波して中継用光ファイバに出力する機能と、中継用光ファイバからの受信光信号と監視光とを分波する機能とを有している。

【0063】合分波器 76 により分波された受信光信号は、2段の光増幅器により構成される受信光増幅器 75 を介して波長分離器 72 に送られ、L T E 每の波長の光信号に分離されて L T E に送信される。受信光増幅器 75 の 2段の光増幅器の間には、伝送特性補償器 77 が接続され、中継用光ファイバの特性により変動している受信光信号の特性が補償される。

30 【0064】一方、O S C 送受信器 78 は、光発信器、電気／光変換器等を備え、監視制御部 56 からの監視情報を監視光に乗せて合分波器 76 に送り、さらに、L A に送信する。また、L A 側から監視光が合分波器 76 により分波されるが、O S C 送受信器 78 は、分波された監視光を受信し、含まれる監視情報を電気的な信号として監視制御部 56 に出力する。

【0065】監視制御部 56 と、前述で説明した各機能部を収容するパッケージとの間は、A C F B U S と呼ぶ制御線により電気的な接続がなされており、監視制御部 56 は、パッケージ内の各監視ポイントにおける光信号のレベル等の監視を行い、入出力チャネルにおける光信号のパワーレベルの制御を行っている。

【0066】なお、図内に吹き出しで示している符号は、その位置の信号名を示している。前述の監視制御部と各機能部を収容するパッケージ間のインターフェース及び吹き出しで示している符号は、以後に説明する他の図

の場合にも同様である。また、電源装置79は、前述した各機能部を動作のために必要な電圧を持った各種の電力を供給している。以後に説明する他の装置における電源装置も同様である。

【0067】図15はLAの構成例を示すブロック図である。このLAの構成例は、上下方向にそれぞれ4チャネル、すなわち、8つの波長の光信号を扱うLAの構成例である。図15において、81、82は合分波器、83、84は光増幅器、85、86は伝送特性補償器、87、88はOSC送受信器、89は電源装置である。

【0068】図15において、合分波器81、82は、図14で説明した合分波器76と同様な機能を有している。そして、合分波器81は、図にWestとして示している側の中継用ファイバからの光信号を分波し光増幅器83に対して出力する。光増幅器83は、図14により説明した受信光増幅器75と同様に2段の光増幅器により構成され、その間に伝送特性補償器85が接続されている。従って、この光増幅器83と伝送特性補償器85とによる構成は、図14における受信光増幅器75と伝送特性補償器77とによる構成と同一の機能、すなわち、中継用光ファイバの伝送特性を補償することができる。伝送特性が補償された光信号は、合分波器82を介してEast側の光ファイバに出力される。

【0069】前述と同様に、合分波器82は、図にEastとして示している側の中継用ファイバからの光信号を分波し光増幅器84に対して出力する。光増幅器84も、光増幅器83と同様に2段の光増幅器により構成され、その間に伝送特性補償器86が接続されているので、中継用光ファイバの伝送特性を補償して、East側からの光信号を合分波器81を介してWest側の光ファイバに出力することができる。

【0070】図15に示すLAは、前述した構成を備えることにより光信号を双方向に増幅し、かつ、中継用光ファイバの伝送特性を補償して中継することができる。

【0071】OSC送受信器87、88は、図14により説明したOSC送受信器78と同様な機能を有しており、OSC送受信器87がWest側の光ファイバとの間での監視光の送受信を行い、OSC送受信器88がEast側の光ファイバとの間での監視光の送受信を行っている。

【0072】図16はETの他の構成例を示すブロック図である。このETの構成例は、上下方向にそれぞれ8チャネル、すなわち、16の波長の光信号を扱うETの構成である。図16において、70は励起光源、71'は波長多重器、72'は波長分離器であり、他の符号は図14の場合と同一である。

【0073】図16に示すETは、基本的に図14により説明したETと同様な構成を有するものである。そしてこの例は、上下方向にそれぞれ8チャネルの光信号を扱うため、波長多重器71'と、波長分離器72'とを

追加し、波長多重器71内で波長多重器71'からの波長多重された光信号を波長多重器71で波長多重した光信号にさらに多重している点、及び、波長分離器72内で、自分離器への波長多重光信号と波長分離器72'に渡す波長多重光信号とに分離している点で、図14により説明したETの構成と大きく相違している。

【0074】また、このETは、上下方向にそれぞれ8チャネル、すなわち、8つの異なる波長の光信号を波長多重して光ファイバに乗せなければならならず、各波長10毎の光パワーを同一とする4波長多重の場合の倍の光パワーを要することになるため、送信光増幅器74、受信光増幅器75に対して励起光源70から励起用の光を供給して、各増幅器74、75の光出力のレベルを増大させるようにしている。

【0075】図16に示すETは、前述した以外の構成及び動作が図14により説明したETと全く同様に行われる。したがって、ここでは、これ以上の説明を省略する。

【0076】図17はLAの他の構成例を示すブロック20図である。このLAの構成例は、上下方向にそれぞれ8チャネル、すなわち、16の波長の光信号を扱うLAの構成例である。図17において、80は励起光源であり、他の符号は図15の場合と同一である。

【0077】図17に示すLAは、光増幅器83、84に対する励起光源80が設けられて構成されている点を除いて、図15により説明したLAと全く同様に構成されている。このLAは、上下方向にそれぞれ8チャネル、すなわち、8つの異なる波長の光信号が波長多重されて光ファイバに伝送されている光信号を、光増幅器83、84により増幅して中継しなければならないため、図16により説明したETの場合と同様に、光増幅器83、84に対して励起光源80から励起用の光を供給して各増幅器83、84の光出力レベルを増大させていく。

【0078】図14～図17により説明したET、LAの例は、1本の中継用光ファイバ内に双方向に光多重信号が伝送される場合の例であったが、次に、中継用光ファイバを上下方向に別に設け、各光ファイバ内に16波長を多重した光信号を伝送する場合のET、LAの例を40説明する。

【0079】図18は中継用光ファイバを上下方向に別に設け場合のETの構成例を示すブロック図である。図18において、70'は励起光源、91は波長多重器、92は波長分離器、93、94は合分波器であり、他の符号は図16の場合と同一である。

【0080】図18に示すETの構成例は、中継用光ファイバが上下方向に別々に設けられることに対応する構成を備えるもので、基本的な構成は、図16により説明したETの構成と同様である。すなわち、図18において、図示しない端局装置からの16の各波長の光信

号は、入力インターフェースを介して16波長を多重する波長多重器91により多重され、伝送特性補償器73を介して送信光増幅器74に入力される。この送信光増幅器74は、励起光源70が加えられており、出力の光パワーが所定の大きさとなるように制御されている。送信光増幅器74からの光出力は、合分波器93によりOSC送受信器78からの監視光と多重されて送信側の中継用光ファイバに伝送される。

【0081】一方、受信側の中継用光ファイバからの光信号は、合分波器94により監視光が分離され、その監視光がOSC送受信器78に入力される。16波長が多重されている主信号は、伝送特性補償器77により伝送特性の補償が行われ、かつ、励起光源70'によりその光出力が制御されている受信光増幅器75を介して波長分離器92に入力される。波長分離器92は、多重されている光信号を16の波長の光信号に分離し、出力インターフェースを介して図示しない端局装置に送信する。

【0082】図19は中継用光ファイバを上下方向に別に設け場合のLAの構成例を示すブロック図である。図19において、95、95'、96、96'は合分波器、97、98は励起光源であり、他の符号は図17の場合と同一である。

【0083】図19に示すLAの構成例は、中継用光ファイバが上下方向に別々に設けられていることに対応する構成を備えるもので、基本的な構成は、図17により説明したLAの構成と同様である。すなわち、図19において、West側の光ファイバからの入力光信号は、合分波器95により監視光が分離され、その監視光がOSC送受信器87に入力される。16波長が多重されている主信号は、伝送特性補償器85により伝送特性の補償が行われ、かつ、励起光源97によりその光出力が制御されている光増幅器83を介して合分波器96に入力される。合分波器96は、光増幅器83からの多重光信号にOSC送受信器88からの監視光を多重してEast側の中継用光ファイバに伝送する。同様に、East側の中継用光ファイバからの入力光信号は、合分波器95'、光増幅器84、合分波器96'を介してWest側の光ファイバに伝送される。

【0084】図14～図19により説明したET及びLAは、ACFBUSを介してこれらのET及びLAを構成する各機能部における光信号レベル（光パワー）が監視制御部により監視され、また、光信号のレベルの調整を行うことができる。まず、複数の端局装置から送信されてくる複数の波長の光信号のそれぞれの光パワーであるチャネル光入力パワーの制御について説明する。

【0085】チャネル光入力パワーの調整は、設備建設時における調整、建設後の時間経過による光レベル劣化に対する補償等のために必要である。このチャネル光入力パワーの調整は、波長多重器が備えられるETにおいて行われる。設備建設時における調整は、例えば次のよ

うに行われる。まず、図14に示す送信光増幅器74の出力側に設けられる光モニタポイントからモニタ光を取り出して、これを光スペクトルアナライザ等により分析して、各波長の光信号レベルを表示させる。そして、送信光増幅器74の出力における各チャネル毎の各波長の光信号のパワーがバランスするように、かつ、送信光増幅器74からの各波長の光信号のレベルが予め定められたレベルになるように、監視制御部56に接続される制御端末から、波長多重器71に備えられる減衰機等による調整器を制御する。

【0086】これにより、多重された送信光信号を最適な状態に設定することができる。監視制御部56は、一旦、前述したような調整が行われた場合には、その調整量、設定レベルを各チャネル毎に不揮発性メモリ等に格納管理しておくことにより、時間経過による光レベル劣化に対する補償を隨時行うことができる。これにより、送信光増幅器74としてどのようなロットのものが使用された場合にも、常に、各チャネル独立に所定の送信出力を維持することが可能となり、伝送品質の均一化を図ることができる。

【0087】前述までに説明した光伝送システムにおいては、各波長の信号伝送品質の維持のために、各波長の送信光信号のパワーを所定の範囲に制御する必要がある。このため、前述した光伝送システムは、中継用光ファイバに対する出力を一定に制御することにより、各伝送スパンで発生する光損失の変動を抑圧して、次の伝送スパンに送出することができる。従って、前述した波長多重器における各波長の光信号レベルの調整は重要なものとなる。

【0088】また、ET、LA内に設けられる伝送特性補償器は、中継用光ファイバにおける伝送特性を補償するものであるが、伝送特性補償器内での非線形効果を抑えるために、伝送特性補償器に入力されるチャネル当りの光パワーを所定の値以下に抑える必要があり、逆に、伝送特性補償器での光損失による信号SNの劣化を抑えるために、伝送特性補償器に入力されるチャネル当りの光パワーはある程度大きなものが必要となる。前述で説明したET、LAは、伝送特性補償器の前段光増幅器の増幅度の調整によりこの条件が満たされるように構成されている。

【0089】これにより、前述したET、LAは、伝送特性補償器による非線形効果の抑圧と、信号SNの劣化を防止し、光信号の伝送品質を向上させることができる。

【0090】図16～図19により説明したET、LAは、励起光源からの励起用の光を光増幅器に供給して、光増幅器の光出力のレベルを増大させるようにしているが、次に、この制御について説明する。

【0091】例えば、図18に示すETにおいて、監視制御部56は、波長多重器91の入力インターフェースに

おける各チャネルの入力光信号の光パワーを光入力検出器により検出し、所定の光パワー以上であるチャネルを送信チャネル、所定の光パワー以下であるチャネルを非送信チャネルとして認識し、送信チャネルをカウントし、このカウント数を波長数として定義し、この波長数により、励起光源70からの励起用の光パワーを制御して光増幅器74に供給する。これにより、光増幅器74の光出力のレベル(パワー)を制御することができる。この波長数情報は、監視光をに乗せられて次々に下流側のL.A.、L.R.E等に伝送されて、それらの光増幅器の制御に使用することができる。

【0092】このような光増幅器の制御は、各光増幅器からの各波長の光信号の出力パワーが、多重されている波長数によっても変化することなく、所定のレベルに保持させるために有効である。一般に、光増幅器は、全チャネル(トータル)光出力が所定の値になるように制御され、波長多重数が変化すると各波長毎の光信号の出力レベルが変動してしまうという問題点を有しているが、前述したような波長数情報による制御を行うことにより、多重されている波長数が変化した場合にも、各波長の出力レベルを所定の大きさに制御することができる。

### 【0093】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、多重されている波長数が変化した場合にも、波長多重される光信号の個々の波長の光信号の伝送レベルを最適に制御することができ、システム全体の信頼性の向上を図ることができる光伝送システムを提供することができ、また、光伝送システムに使用して好適なエンドターミナル及び光中継器を提供することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】波長多重分離装置を用いて波長多重光信号の伝送を行う光伝送システムの各種の構成を示す図である。

【図2】監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンターミナルに送信する監視方法を説明する図である。

【図3】監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンターミナルに送信する監視方法を説明する図である。

【図4】監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンターミナルに送信する監視方法を説明する図である。

【図5】監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンターミナルに送信する監視方法を説明する図である。

【図6】監視光を使用して故障箇所含む故障情報をエンターミナルに送信する監視方法を説明する図である。

【図7】1つのシステムの場合の光伝送システムの構成例の概要を示すブロック図である。

【図8】2つのシステムを並列に設けた並列光伝送システムの構成例の概要を示すブロック図である。

【図9】OSCの機能分割の方法を説明する図である。

【図10】本発明の第1の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第2の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第3の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の第4の実施形態による光伝送システムの構成を示すブロック図である。

10 10 【図14】ETの構成例を示すブロック図である。

【図15】LAの構成例を示すブロック図である。

【図16】ETの他の構成例を示すブロック図である。

【図17】LAの他の構成例を示すブロック図である。

【図18】中継用光ファイバを上下方向に別に設け場合のETの構成例を示すブロック図である。

【図19】中継用光ファイバを上下方向に別に設け場合のLAの構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

ET エンドターミナル

20 LA 光増幅器

21、21'、24、24'、62、63 波長多重分離装置(WDM)

22、22'、23、23' 光増幅器(LA)

25、25'、26、26'、83、84 光増幅器(LA)

27、28～33、40～46 OSC機能部

34～39 セレクタ(SEL)

50、51 端局装置(LTE)

52、52'、53、53' エンドターミナル(ET)

30 T)

54、54'、55、55' 双方向光中継器(LA)

56～59、59' 監視制御部

60、61 双方向光増幅器

64 再生中継装置(LRE)

65 拡張用監視信号線(EOB)

71、71'、91 波長多重器

72、72'、92 波長分離器

73、77 伝送特性補償器

74 送信光増幅器

40 75 受信光増幅器

76、81、82、93、94、95、95'、96、

96' 合分波器

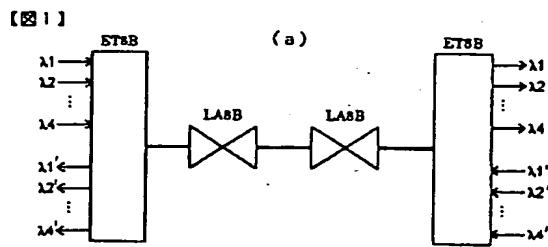
78、87、88 OSC送受信器

79、89 電源装置

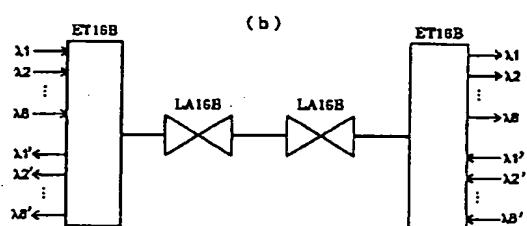
85、86 伝送特性補償器

70、70'、80、97、98 励起光源

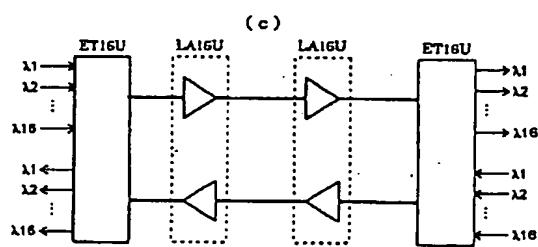
【図1】



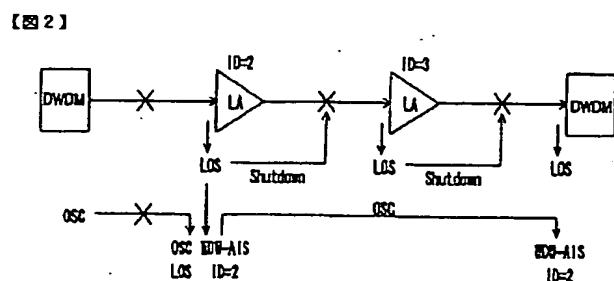
(a)



(b)

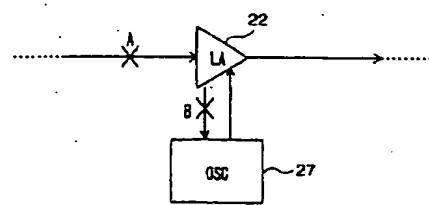


(c)



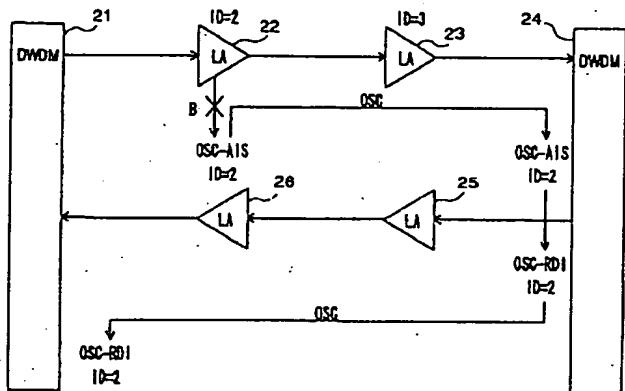
【図2】

【図4】

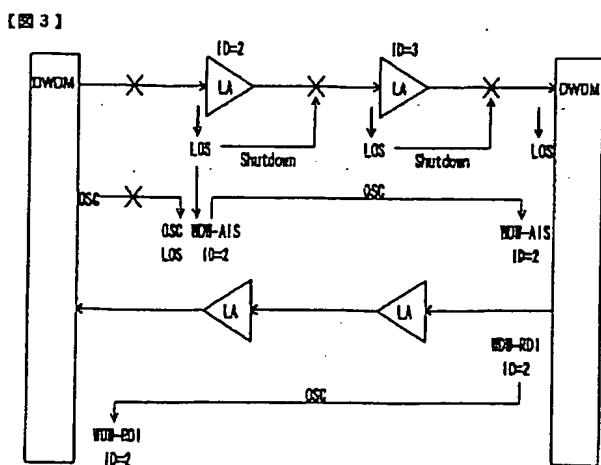


【図5】

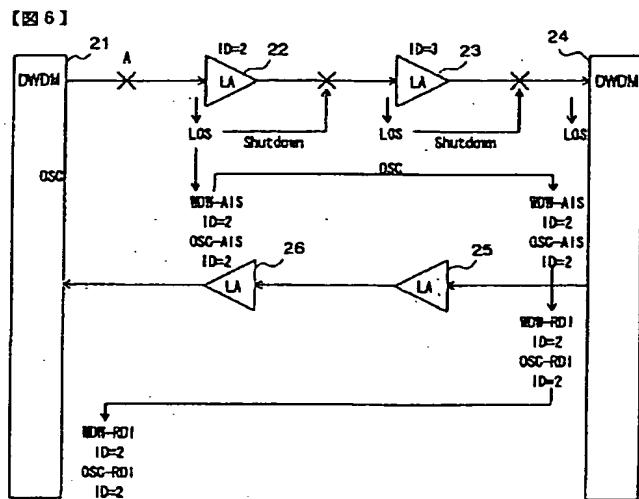
【図5】



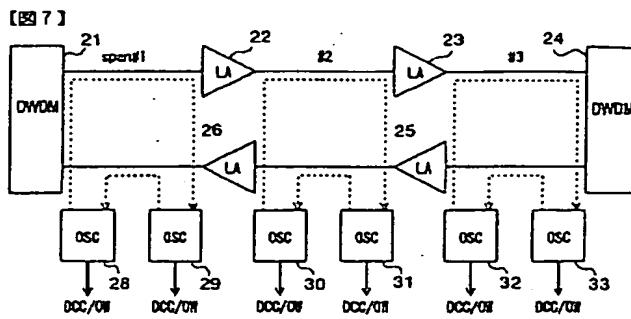
【図3】



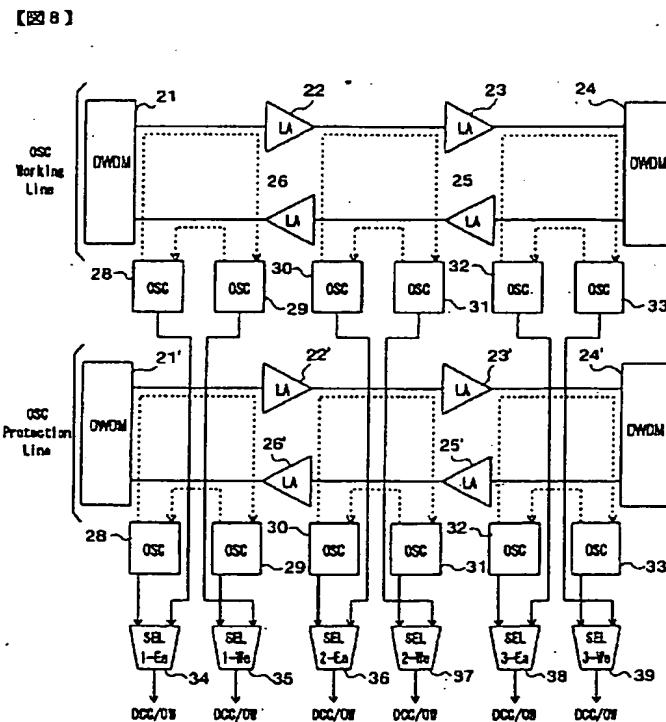
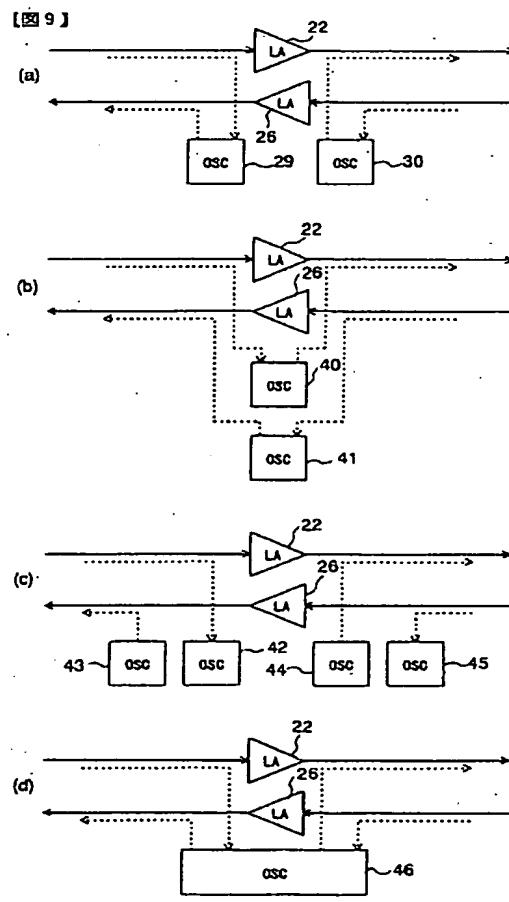
【図6】



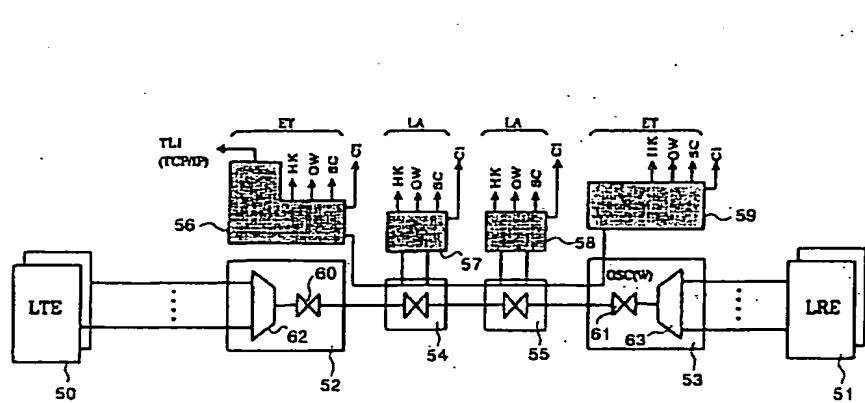
【図7】



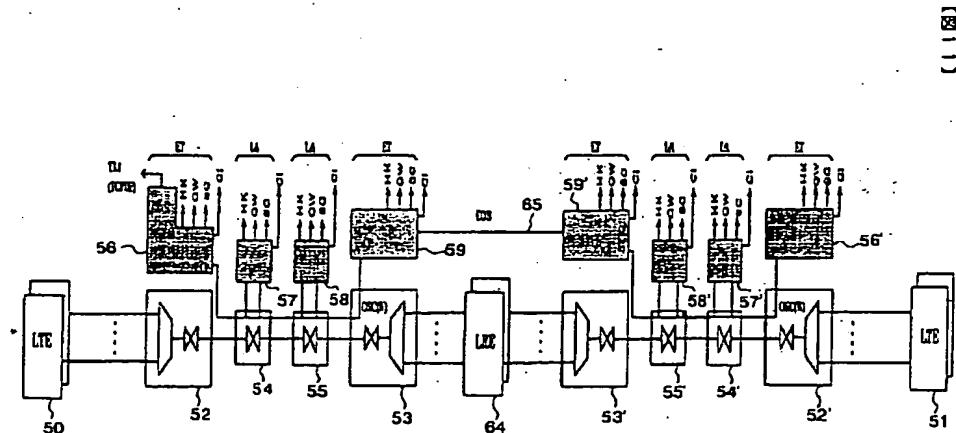
【図9】



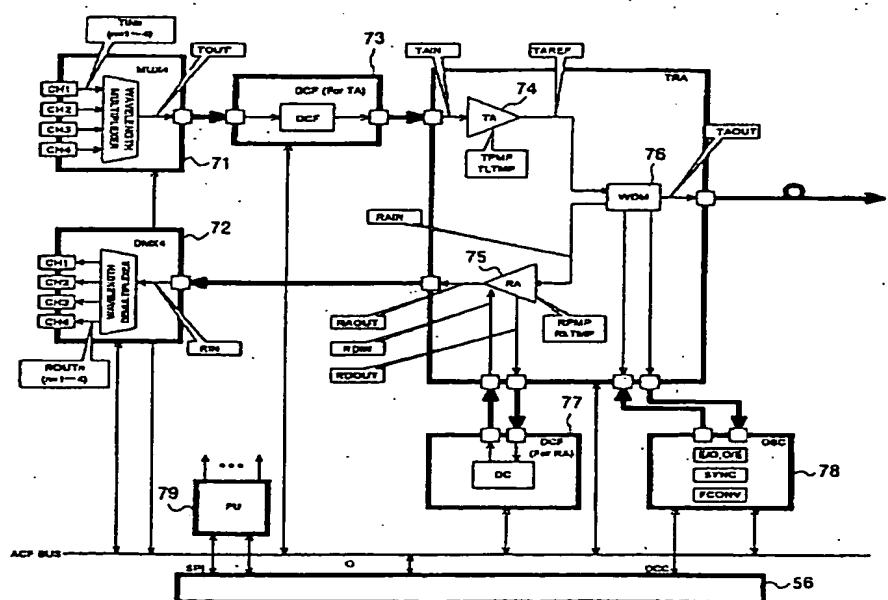
【図10】



【図11】

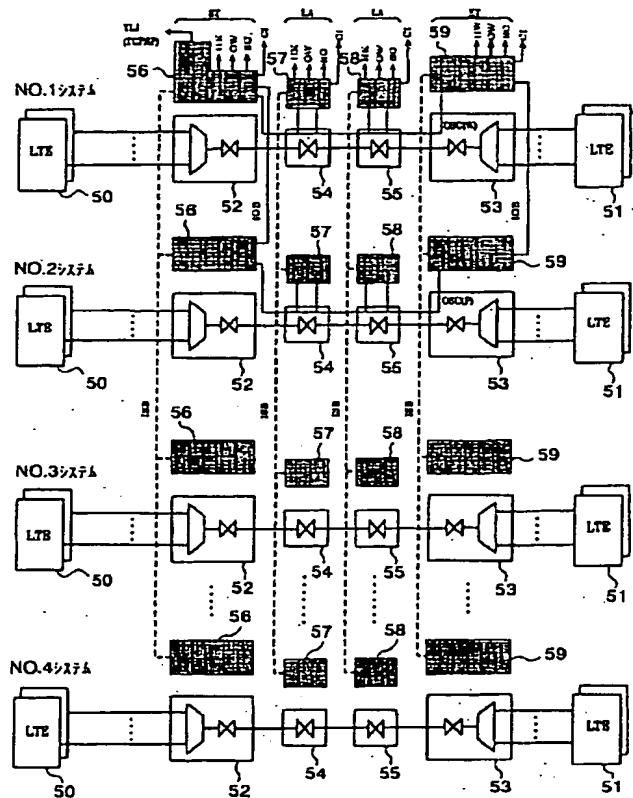


【図14】

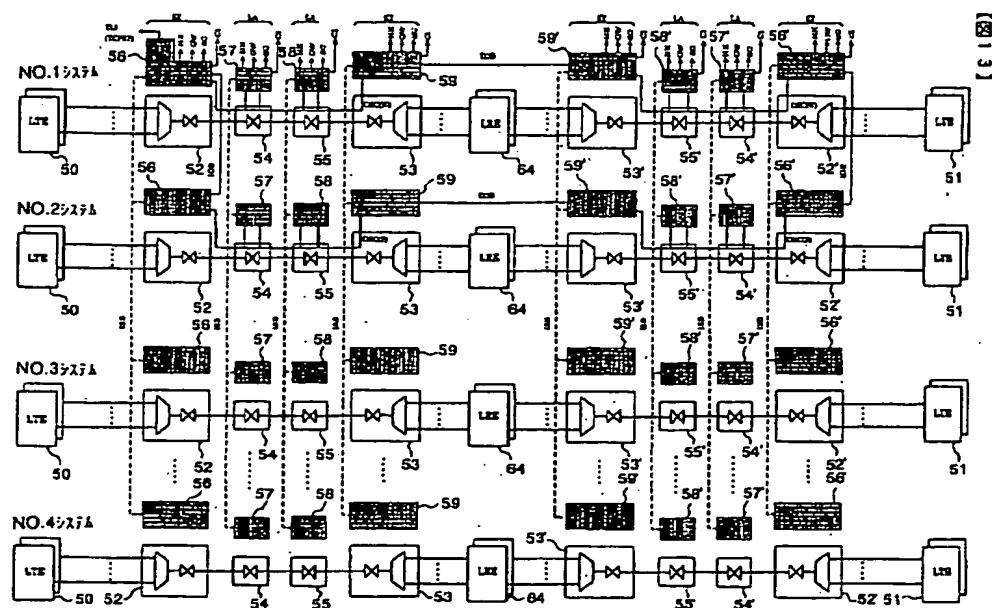


【図12】

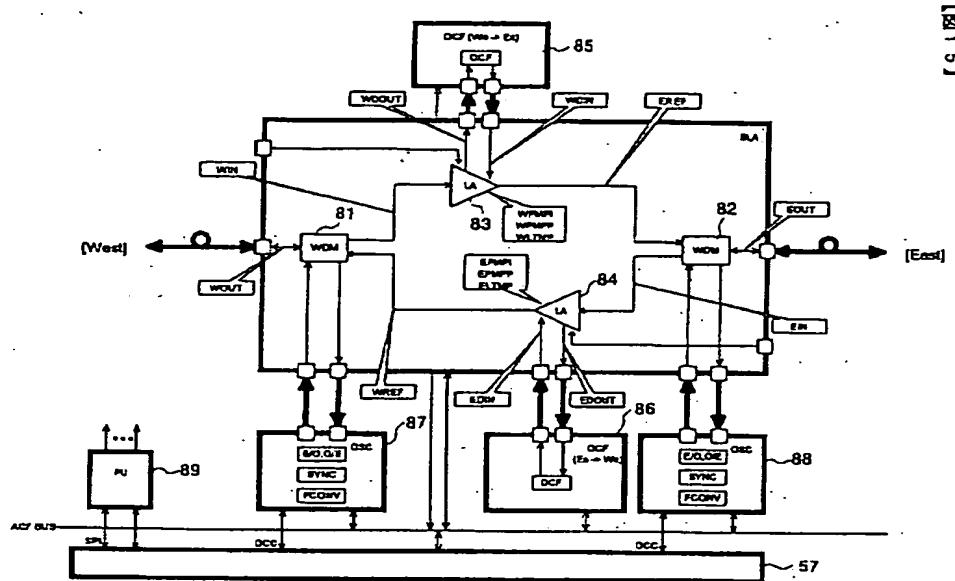
【図12】



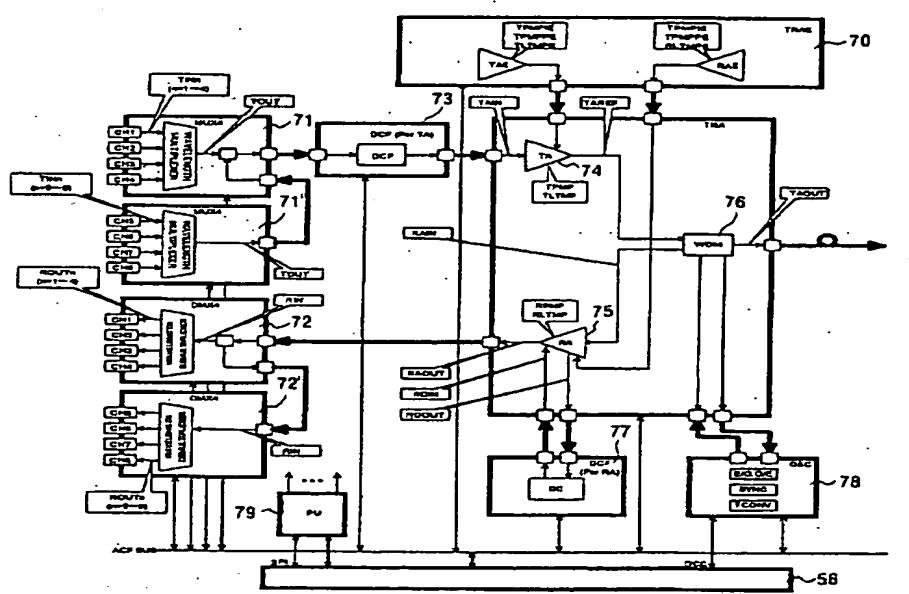
【図13】



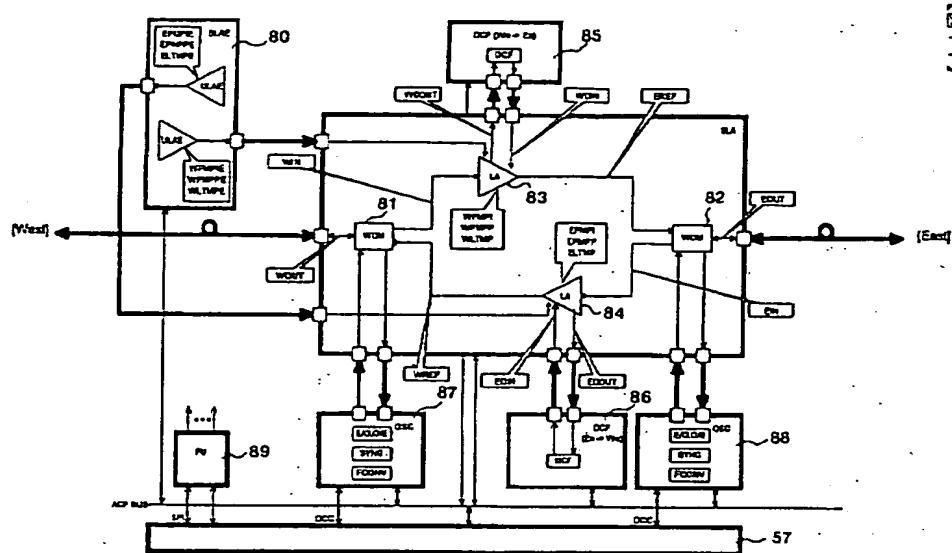
[図15]



【図16】

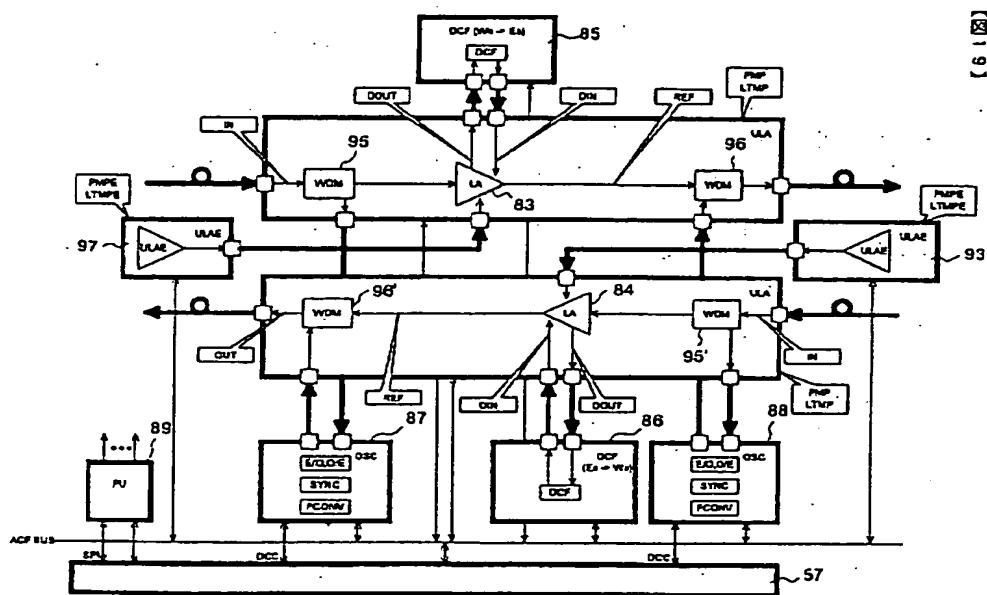


【図17】



【図17】

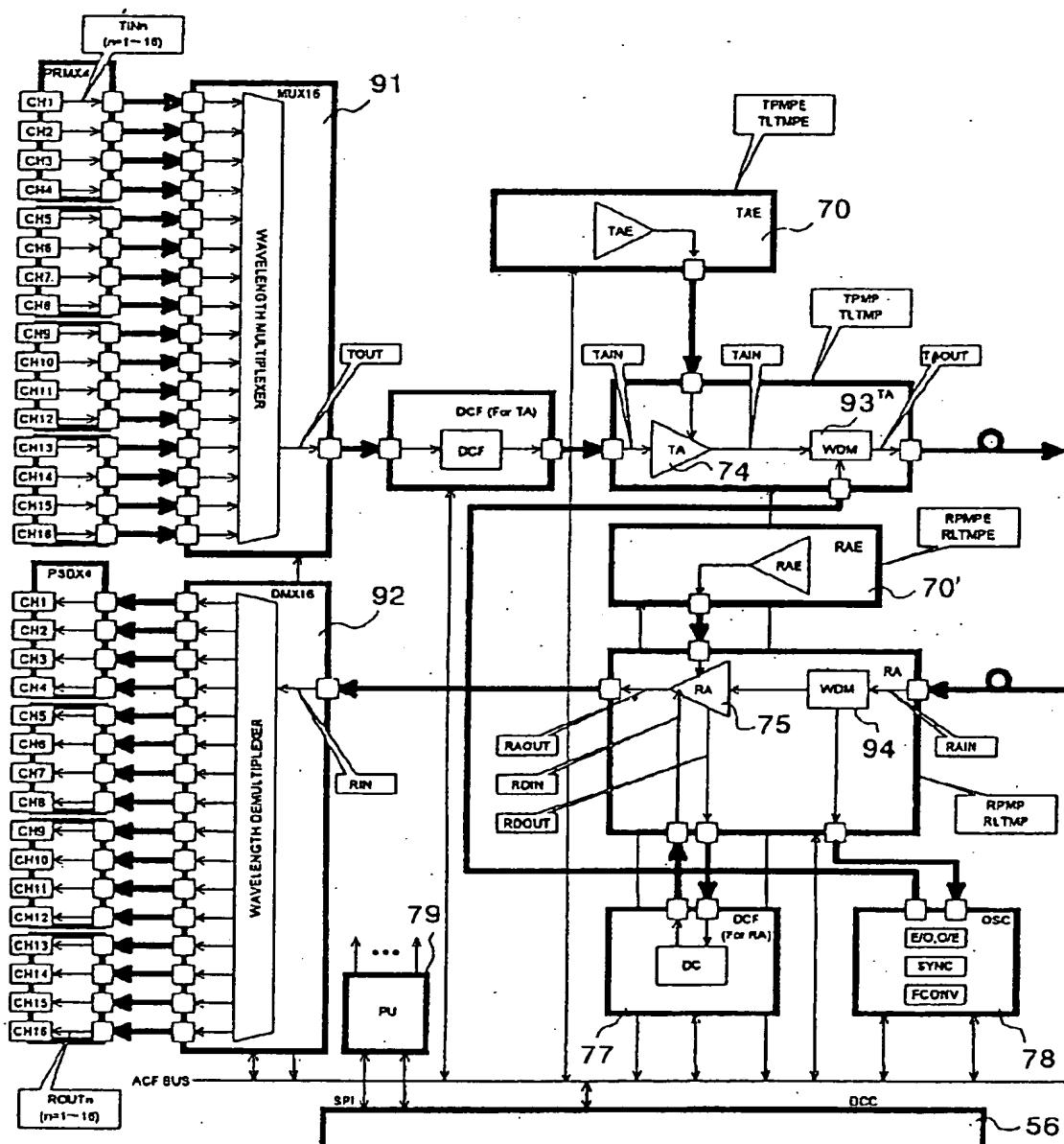
【図19】



【図19】

【図18】

【図18】



フロントページの続き

(72) 発明者 関根 賢郎  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 鈴木 隆之  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 今田 律夫  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 森 隆  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 中野 博行  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
式会社日立製作所情報通信事業部内